

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 1 月 29 日 (29.01.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/010133 A1

- (51) 国際特許分類: G01N 29/18
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/009200
- (22) 国際出願日: 2003 年 7 月 18 日 (18.07.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-210512 2002 年 7 月 19 日 (19.07.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人産業技術総合研究所 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒100-8921 東京都千代田区霞が関 1 丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小早川 達

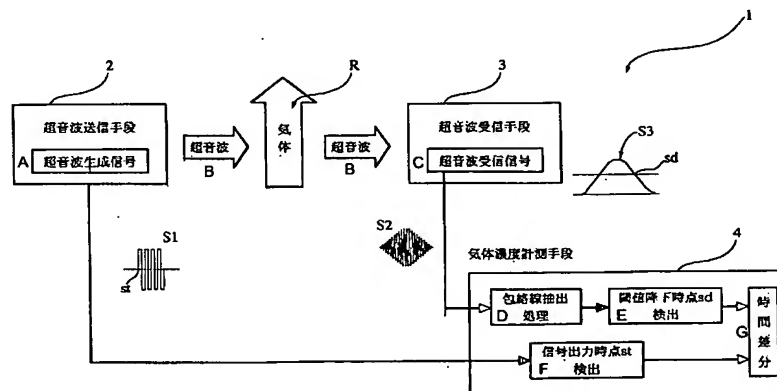
(KOBAYAKAWA, Tatsu) [JP/JP]; 〒305-8566 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 6 独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 戸田 英樹 (TODA, Hideki) [JP/JP]; 〒305-0005 茨城県つくば市天久保 3-8-2 林コーポ 101 Ibaraki (JP). 斉藤 幸子 (SAITO, Sachiko) [JP/JP]; 〒305-8566 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 6 独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP).

- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: GAS CONCENTRATION MEASUREMENT INSTRUMENT AND GAS CONCENTRATION MEASUREMENT METHOD

(54) 発明の名称: 気体濃度計測装置および気体濃度計測方法



2...ULTRASONIC TRANSMITTING MEANS  
A...ULTRASONIC WAVE GENERATION SIGNAL  
B...ULTRASONIC WAVE  
R...GAS  
3...ULTRASONIC WAVE RECEIVING MEANS  
C...ULTRASONIC WAVE RECEPTION SIGNAL  
4...GAS CONCENTRATION MEASURING MEANS  
D...ENVELOPE EXTRACTION  
E...MEASUREMENT OF THRESHOLD FALL TIME SD  
F...MEASUREMENT OF SIGNAL OUTPUT TIME ST  
G...TIME DIFFERENCE

(57) Abstract: A gas concentration measurement instrument (1) comprising ultrasonic transmitting means (2) for transmitting an ultrasonic wave according to an ultrasonic wave generation signal (S1) composed of a group of rectangular pulse waves, ultrasonic wave receiving means (3) for converting the ultrasonic wave transmitted through the gas in a measurement region (R) into an electric signal to use it as an ultrasonic wave reception signal (S2), and gas concentration measuring means (4) for measuring the signal output time (st) when the ultrasonic wave generation signal (S1) is outputted, generating an envelope processing signal (S3) by subjecting the ultrasonic wave reception signal (S2) to an envelope extracting processing,

[続葉有]



(84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

measuring the threshold fall time (sd) when the envelope processing signal (S3) decreases below a predetermined threshold after exceeding the threshold, and measuring the difference between the threshold fall time (sd) and the signal output time (st) as a variation of the gas concentration.

(57) 要約:

この発明の気体濃度測定装置(1)は、複数の矩形パルス波からなる矩形パルス波群を超音波生成信号(S1)とし、その超音波生成信号(S1)に応じて超音波を送信する超音波送信手段(2)と、測定対象領域(R)の気体を通過した後の超音波を電気信号に変換し超音波受信信号(S2)とする超音波受信手段(3)と、超音波生成信号(S1)の信号出力時点(st)を検出する一方、超音波受信信号(S2)に包絡線抽出処理を施して包絡処理信号(S3)を求めるとともに、その包絡処理信号(S3)が所定の閾値を越えた後にその閾値以下となる時点である閾値降下時点(sd)を求め、その閾値降下時点(sd)と信号出力時点(st)との差分を気体濃度の変化分として検出する気体濃度計測手段(4)と、を備える。

## 明細書

## 気体濃度計測装置および気体濃度計測方法

## 技術分野

この発明は、測定対象領域の気体の濃度変化を計測する気体濃度計測装置および気体濃度計測方法に関するものである。

## 背景技術

従来、気体の濃度変化や流量変化の計測を行う手法として、物質の誘電率の計測を行う「誘電緩和法」や、電磁波の吸収分布の計測を行う「吸収スペクトル計測法」、また通過した超音波の振幅の減衰率の計測を行う「超音波伝搬波減衰度計測法」などがある。いずれの方法も高い時間分解能はもたない。

一方、送信機から受信機への音波の伝搬時間の計測を行う伝搬時間差法は、シンプルな手法であり、時間分解能の向上にもつながる。この手法の場合、正弦波等の定常波を送信機から送信して受信機で受信し、その送信元の定常波（送信波）と、受信機からの信号（受信波）とを比較してその波のピークのずれ（位相差）を伝搬時間とし、その伝搬時間が気体の濃度変化や流量変化に対応するようになっている。

## 発明の開示

しかし、上記のように、気体の濃度変化等の計測を、定常波を用いて行うと、その定常波の2次、3次の反射が発生するため、超音波の送信部、受信部の距離が1 cm未満の場合は計測が不可能となり、細管の中の気体変化はこの手法では計測が不可能であるという問題点を有していた。

一方、定常波に代えて、矩形パルス波を用いて上記の問題点を解消するようにした気体濃度計測装置も開発されている。この矩形パルス波を用いる手法では、先ず矩形パルス波に基づいて生成した超音波を、受信側の超音波受

信素子で受信し、その超音波受信信号に対し、例えば予め特定した最初から何番目かの波が閾値電圧を超えた時点と、矩形パルス波の最初の信号出力時点との時間差分を求め、その時間差分を測定対象領域での気体濃度変化、流量変化として出力している。しかし、上記の測定ポイントは超音波受信素子が音波をうけて、振動を開始した直後の時間帯に位置しており、この時間帯は未だ超音波受信素子の動作が不安定であり、測定結果が不安定であった。このため、従来は多数回の計測とその平均処理を行い代表値としており、このため、計測に時間が掛かり、また、計測作業も繁雑化していた。

この発明は上記に鑑み提案されたもので、超音波の送信部、受信部の距離が1cm未満の場合であっても気体の濃度変化等を計測することができ、かつ1回の計測だけで高精度で安定した測定結果を得ることができる気体濃度計測装置および気体濃度計測方法を提供することを目的とする。

上記目的を達成するために、請求の範囲第1項に記載の発明は、測定対象領域の気体の濃度変化を計測する気体濃度計測装置において、複数の矩形パルス波からなる矩形パルス波群を超音波生成信号とし、その超音波生成信号に応じて超音波を送信する超音波送信手段と、上記測定対象領域の気体を通過した後の上記超音波を電気信号に変換し超音波受信信号とする超音波受信手段と、上記超音波生成信号の信号出力時点を検出する一方、上記超音波受信信号に包絡線抽出処理を施して包絡処理信号を求めるとともに、その包絡処理信号が所定の閾値を越えた後にその閾値以下となる時点である閾値降下時点を求め、その閾値降下時点と上記信号出力時点との差分を気体濃度の変化分として検出する気体濃度計測手段と、を備えることを特徴としている。

また、請求の範囲第3項に記載の発明は、測定対象領域の気体の濃度変化を計測する気体濃度計測方法において、複数の矩形パルス波からなる矩形パルス波群を超音波生成信号とし、その超音波生成信号に応じて超音波を送信し、上記測定対象領域の気体を通過した後の上記超音波を電気信号に変換して超音波受信信号とし、上記超音波生成信号の信号出力時点を検出する一方、上記超音波受信信号に包絡線抽出処理を施して包絡処理信号を求めるとと

もに、その包絡処理信号が所定の閾値を越えた後にその閾値以下となる時点である閾値降下時点を求め、その閾値降下時点と上記信号出力時点との差分を気体濃度の変化分として検出する、ことを特徴としている。

#### 図面の簡単な説明

第 1 図は、この発明の気体濃度計測装置のブロック図である。

第 2 図は、測定対象領域周辺の要部構成例を示す図である。

第 3 図は、気体濃度計測装置の超音波パルス発生部を示す回路図である。

第 4 図は、気体濃度計測装置の超音波パルス受信部を示す回路図である。

第 5 図は、気体濃度計測装置の時間差計測部を示す回路図である。

第 6 図は、気体濃度計測装置の所定の部位での信号波形を示す図である。

第 7 図は、気体切り換え装置の構成例を示す図である。

第 8 図は、第 7 図の気体切り替え装置を用いて測定対象領域の気体を切り換えその濃度変化を本発明の気体濃度計測装置で測定した結果を示す図である。

第 9 図は、第 7 図の気体切り替え装置を用いて測定対象領域の気体を切り換えその混合比変化を本発明の気体濃度計測装置で測定した結果を示す図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下にこの発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

第 1 図はこの発明の気体濃度計測装置のブロック図である。図において、この発明の気体濃度計測装置 1 は、測定対象領域 R の気体の濃度変化を計測する気体濃度計測装置 1 であり、複数の矩形パルス波からなる矩形パルス波群を超音波生成信号 S 1 とし、その超音波生成信号 S 1 に応じて超音波を送信する超音波送信手段 2 と、上記測定対象領域 R の気体を通過した後の超音波を電気信号に変換し超音波受信信号 S 2 とする超音波受信手段 3 と、その超音波生成信号 S 1 の信号出力時点  $s_t$  を検出する一方、超音波受信信号 S 2 に包絡線抽出処理を施して包絡処理信号を求めるとともに、その包絡処理

信号が所定の閾値を越えた後にその閾値以下となる時点である閾値降下時点  $s_d$  を求め、その閾値降下時点と信号出力時点  $s_t$  との差分を気体濃度の変化分として検出する気体濃度計測手段 4 と、を備えることを特徴としている。

次に第 2 図～第 7 図を用いてより具体的に説明する。

第 2 図は測定対象領域周辺の要部構成例を示す図である。上記の超音波送信手段 2 および超音波受信手段 3 は、第 2 図に示すように、例えば圧電素子からなる超音波送信素子 2 1 および超音波受信素子 3 1 をそれぞれ備え、超音波送信素子 2 1 は、超音波生成信号  $S_1$  に応じて、例えば 400 KHz の超音波を送信する。この超音波は、例えば空気と窒素が交互に流れる測定対象領域  $R$  を通過後、超音波受信素子 3 1 で受信されて電気信号に変換され超音波受信信号  $S_2$  として出力される。

第 3 図は気体濃度計測装置の超音波パルス発生部を示す回路図、第 4 図は気体濃度計測装置の超音波パルス受信部を示す回路図、第 5 図は気体濃度計測装置の時間差計測部を示す回路図、第 6 図は気体濃度計測装置の所定の部位での信号波形を示す図である。

本発明の気体濃度計測装置 1 では、超音波を生成する際に、第 6 図 (a) に示すような、所定の周期を有する複数（例えば数個～十個程度）の矩形パルス波からなる矩形パルス波群  $S_1$  を用いる。この矩形パルス波群（超音波生成信号） $S_1$  は、第 3 図に示す超音波パルス発生部 2 0 で生成され、その最終段の超音波送信素子 2 1 に入力され、この超音波送信素子 2 1 の振動に応じて超音波が出力される。そして、超音波パルス発生部 2 0 のタイマ IC (5 5 5) と分周器との間の信号線から分岐して取られた超音波生成信号  $S_1$  は、第 5 図の時間差計測部 6 に出力される。

一方、測定対象領域  $R$  を通過し気体の影響を受けた超音波は、第 4 図の超音波パルス受信部 5 の超音波受信素子 3 1 で受信されて電気信号に変換され、第 6 図 (b) に示すような、超音波受信信号  $S_2$  となる。超音波パルス受信部 5 は、その後この超音波受信信号  $S_2$  に対して、ローパス (low pass) フィルターを用いて包絡線抽出処理を施し、第 6 図 (c) に示すような、包

絡処理信号 S 3 を生成する。また、この包絡処理信号 S 3 と閾値電圧 E 0 との比較をコンパレータを用いて行い、包絡処理信号 S 3 が閾値電圧 E 0 を越え、その後降下して閾値電圧 E 0 を切った時点を閾値降下時点 s d として検出し、その閾値降下時点 s d を時間差計測部 6 に出力する。

また、時間差計測部 6 は、上記の超音波生成信号 S 1 が入力されると、その超音波生成信号 S 1 の最初の信号出力時点 s t を求める。そして、上記の閾値降下時点 s d と信号出力時点 s t との時間差分を求め、この時間差分を気体濃度の変化分として出力する。

なお、第 1 図で示した各手段 2, 3, 4 のうち、超音波送信手段 2 は、超音波パルス発生部 2 0 に相当し、超音波受信手段 3 は、超音波パルス受信部 5 の超音波受信素子 3 1 に相当し、気体濃度計測手段 4 は、超音波受信素子 3 1 より後段側の超音波パルス発生部 2 0 と時間差計測部 6 とが相当している。

このように、この発明の気体濃度計測装置 1 では、包絡処理信号 S 3 の閾値降下時点 s d と超音波生成信号 S 1 の最初の信号出力時点 s t との時間差分を求めるようにした。この時間差分は、測定対象領域 R での気体濃度変化や気体流量変化に応じた値となり、この時間差分を求めることで、測定対象領域 R での気体濃度変化や気体流量変化を精度良く求めることができる。ところで、閾値降下時点 s d は、超音波受信信号 S 2 が減衰し、安定している領域に位置しているので、測定結果も安定しており、このため従来、データの精度維持を図るために必要であった平均加算などの処理が不要となり、一度の超音波の送信・受信で気体中の濃度変化の計測を行うことが可能となり、したがって、気体濃度変化の測定を短時間で速やかに求めることができるようになった。

また、この発明では、矩形パルス波を用いて超音波を生成するようにしたので、従来定常波を用いていたときに発生していた 2 次、3 次の反射は発生せず、このため、超音波送信素子 2 1 と超音波受信素子 3 1 との距離を数 m 程度まで短くしても、計測が可能となり、細管の中の気体濃度変化や気体流量変化を高精度で測定することができるようになった。

なお、従来は、超音波受信信号  $S_2$  に対し、予め特定した最初から何番目かの波が閾値電圧を超えた時点（第 6 図（b）の A 点）、あるいは包絡線抽出処理を施し最初に閾値電圧を超えた時点を音波到達時刻とし、その音波到達時刻と、信号出力時点  $s_t$  との時間差分を求め、その時間差分を測定対象領域  $R$  での気体濃度変化、流量変化として出力していた。しかし、超音波受信素子 31 が音波をうけて、振動を開始する時点付近（第 2 図の A 点近傍）は不安定であり、従来は上記のように「何番目の波を検出する」というアルゴリズムを用いて対処している。しかし、実際にそのアルゴリズムに基づいて計測を行っても、やはり測定結果が不安定であるため、複数回の計測・平均を行い代表値としている。つまり時間分解能を犠牲にすることで、安定した信号を得ていた。

これに対し、本発明者は、超音波受信素子 31 は、音波を受け始める前半部分は前述のように不安定であるが、後半（受信波（超音波受信信号  $S_2$ ）が減衰する部分）は非常に安定している（同一実験下ではぶれが起きにくい）ことを見出し、この安定した後半部分を計測に用いるようにした。このため、本発明では、ローパスフィルタを用い、先ず受信波の包絡線を抽出し、この包絡線の立ち上がりではなく、たち下がりの時点  $s_d$  の検出を行った。つまり閾値電圧  $E_0$  を超えた時点を求めるのではなく、閾値電圧  $E_0$  を下回った時点の算出を行った。この結果、平均加算などの処理を行わずに一度の超音波の送信・受信で気体中の濃度変化や流量変化の計測を行うことが可能となった。

次に実際の測定結果について、第 7 図、第 8 図および第 9 図を用いて説明する。

第 7 図は気体切り換え装置の構成例を示す図、第 8 図は第 7 図の気体切り換え装置を用いて測定対象領域の気体を切り換えその濃度変化を本発明の気体濃度計測装置で測定した結果を示す図である。

第 7 図において、測定対象領域  $R$  には、空気と窒素の双方が常時流入可能となっており、切り替え部  $R_1$  が例えば空気側に連通され、空気が切り替え部  $R_1$  から吸引されると、窒素のみが測定対象領域  $R$  を流れるようになる。



そして、気体濃度計測装置 1 は、超音波送信素子 2 1 から超音波を送信して、測定対象領域 R の気体を通過させることで、その気体濃度変化を計測する。

ここでは、先ず切り替え部 R 1 で窒素を吸引して測定対象領域 R に空気を供給しておき、次に切り替え部 R 1 での電磁弁切り替えにより、空気を吸引して窒素を 200 ミリ秒だけ供給し、その切り替え時の気体濃度変化を測定するようにした。超音波送信素子 2 1 と超音波受信素子 3 1 との距離は 3 mm とした。第 8 図はその測定を 1 回だけ実施した結果であり、この 1 回の測定だけで、50 ミリ秒経過後から窒素への切り替えが始まり、およそ 150 ミリ秒で切り替わりが完了している様子がはっきりとわかる。従来の定常波を用いた測定で分子量が 44 の二酸化炭素と分子量 28.8 の空気のコントラストの計測を行った結果（30 回の加算平均をとった結果）と比較して、本発明の測定は分子量 28 の窒素と 28.8 の空気で分子量が近似している同士の計測を行い、しかも 1 回だけの測定であるにもかかわらず、従来に対して高い S/N 比を実現している。

また、第 7 図の気体切り替え装置を用いて、酸素と窒素を流し、酸素の割合を、0%（窒素 100%）、5%、10%、15%、20%（空気）、25% と変化させたときの、閾値降下時点  $s_d$  と信号出力時点  $s_t$  との時間差分を計測した結果を第 9 図に示している。この発明の気体濃度計測装置 1 では、超音波受信信号 S 2 の後半に位置している閾値降下時点  $s_d$  を検出して時間差分を計測するようにしているので、測定が高精度、高速にかつ安定して行われるとともに、そのことに起因して、第 9 図から分かるように、時間差分が気体の混合比（組成比）にリニアに応答している。このような気体の混合比変化に対するリニアな応答は、従来の定常波を用いる手法や超音波受信信号の前半を用いる手法では見られないものであった。したがって、この気体濃度計測装置 1 を用いると、気体の混合比（組成比）の変化も高精度、高速に安定して計測することができることが分かった。

このような、高精度で高速、かつ安定した気体の濃度変化計測が可能な本発明によって、化学プラント、エンジンなどの流体の変化の様子を高時間分解能で計測を行うことが可能となる。

なお、上記の説明では、測定対象領域Rでは、空気と窒素、また酸素と窒素が交互に流れる場合について説明したが、この気体は空気や窒素に限定されることなく、任意の気体を採用することができる。

#### 産業上の利用可能性

以上述べたように、この発明では、包絡処理信号の閾値降下時点と超音波生成信号の信号出力時点との時間差分を求めるようにし、この閾値降下時点は、超音波受信信号が減衰し、安定している領域に位置しているので、測定結果も安定しており、このため従来、データの精度維持を図るために必要であった平均加算などの処理が不要となり、一度の超音波の送信・受信で気体中の濃度変化の計測を行うことが可能となる。したがって、気体濃度変化の測定を短時間で速やかに求めることができる。

また、矩形パルス波を用いて超音波を生成するようにしたので、従来定常波を用いていたときに発生していた2次、3次の反射は発生せず、このため、超音波送信素子と超音波受信素子との距離を数mm程度まで短くしても、計測が可能となり、細管の中の気体濃度変化や気体流量変化を高精度で測定することができる。

## 請求の範囲

1. 測定対象領域の気体の濃度変化を計測する気体濃度計測装置において、

複数の矩形パルス波からなる矩形パルス波群を超音波生成信号とし、その超音波生成信号に応じて超音波を送信する超音波送信手段と、

上記測定対象領域の気体を通過した後の上記超音波を電気信号に変換し超音波受信信号とする超音波受信手段と、

上記超音波生成信号の信号出力時点を検出する一方、上記超音波受信信号に包絡線抽出処理を施して包絡処理信号を求めるとともに、その包絡処理信号が所定の閾値を越えた後にその閾値以下となる時点である閾値降下時点を求め、その閾値降下時点と上記信号出力時点との差分を気体濃度の変化分として検出する気体濃度計測手段と、

を備えることを特徴とする気体濃度計測装置。

2. 上記閾値降下時点と上記信号出力時点との差分は、気体の混合比にリニアに応答する、請求の範囲第1項に記載の気体濃度計測装置。

3. 測定対象領域の気体の濃度変化を計測する気体濃度計測方法において、

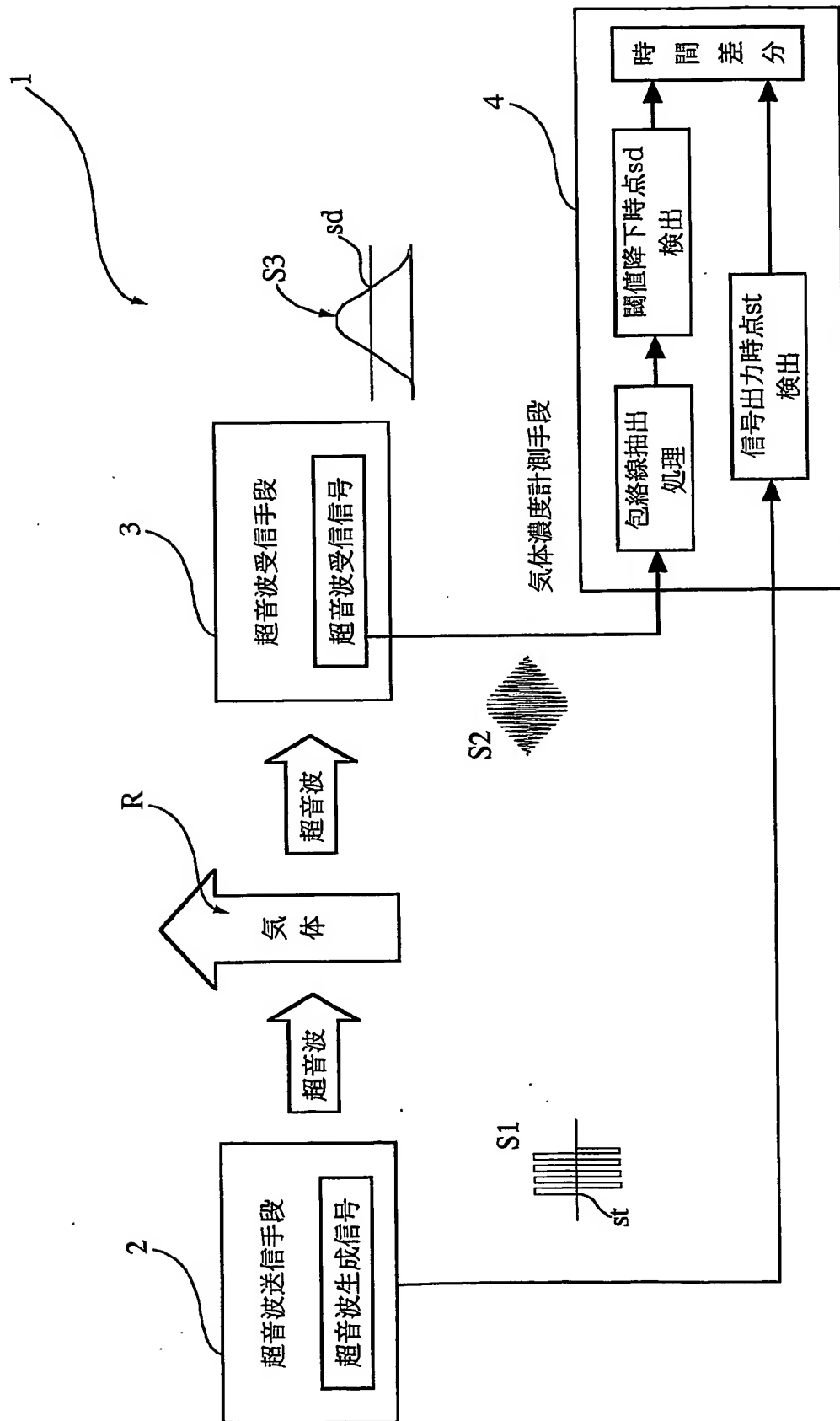
複数の矩形パルス波からなる矩形パルス波群を超音波生成信号とし、その超音波生成信号に応じて超音波を送信し、

上記測定対象領域の気体を通過した後の上記超音波を電気信号に変換して超音波受信信号とし、

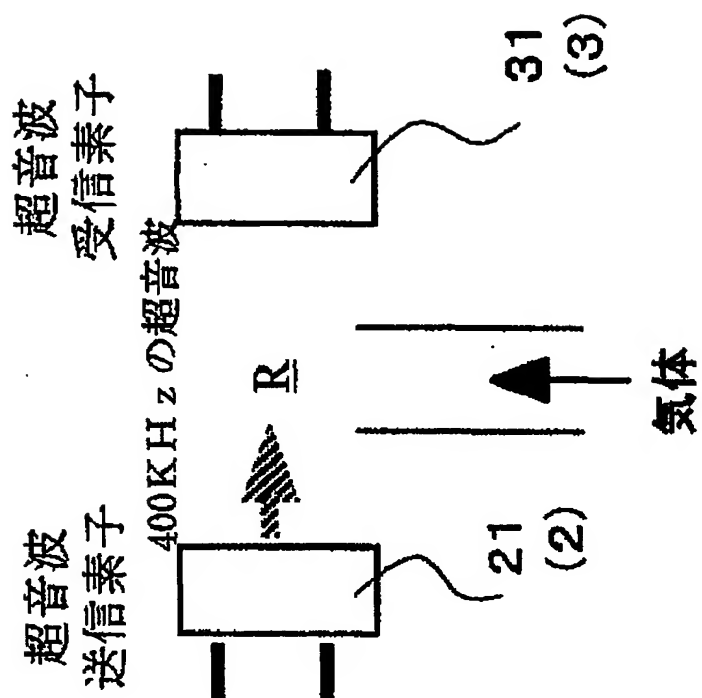
上記超音波生成信号の信号出力時点を検出する一方、上記超音波受信信号に包絡線抽出処理を施して包絡処理信号を求めるとともに、その包絡処理信号が所定の閾値を越えた後にその閾値以下となる時点である閾値降下時点を求め、その閾値降下時点と上記信号出力時点との差分を気体濃度の変化分として検出する、

ことを特徴とする気体濃度計測方法。

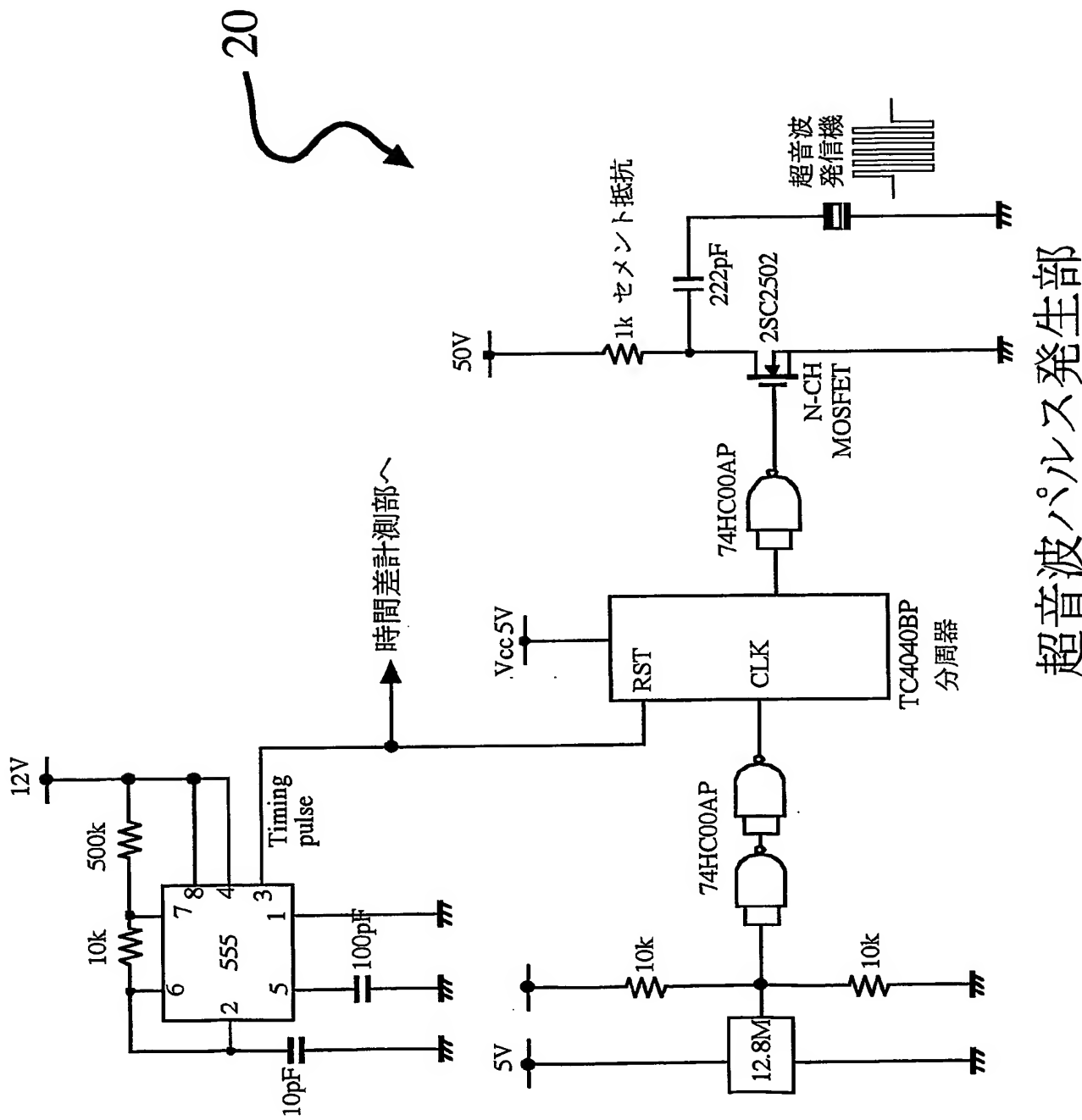
# 第1図



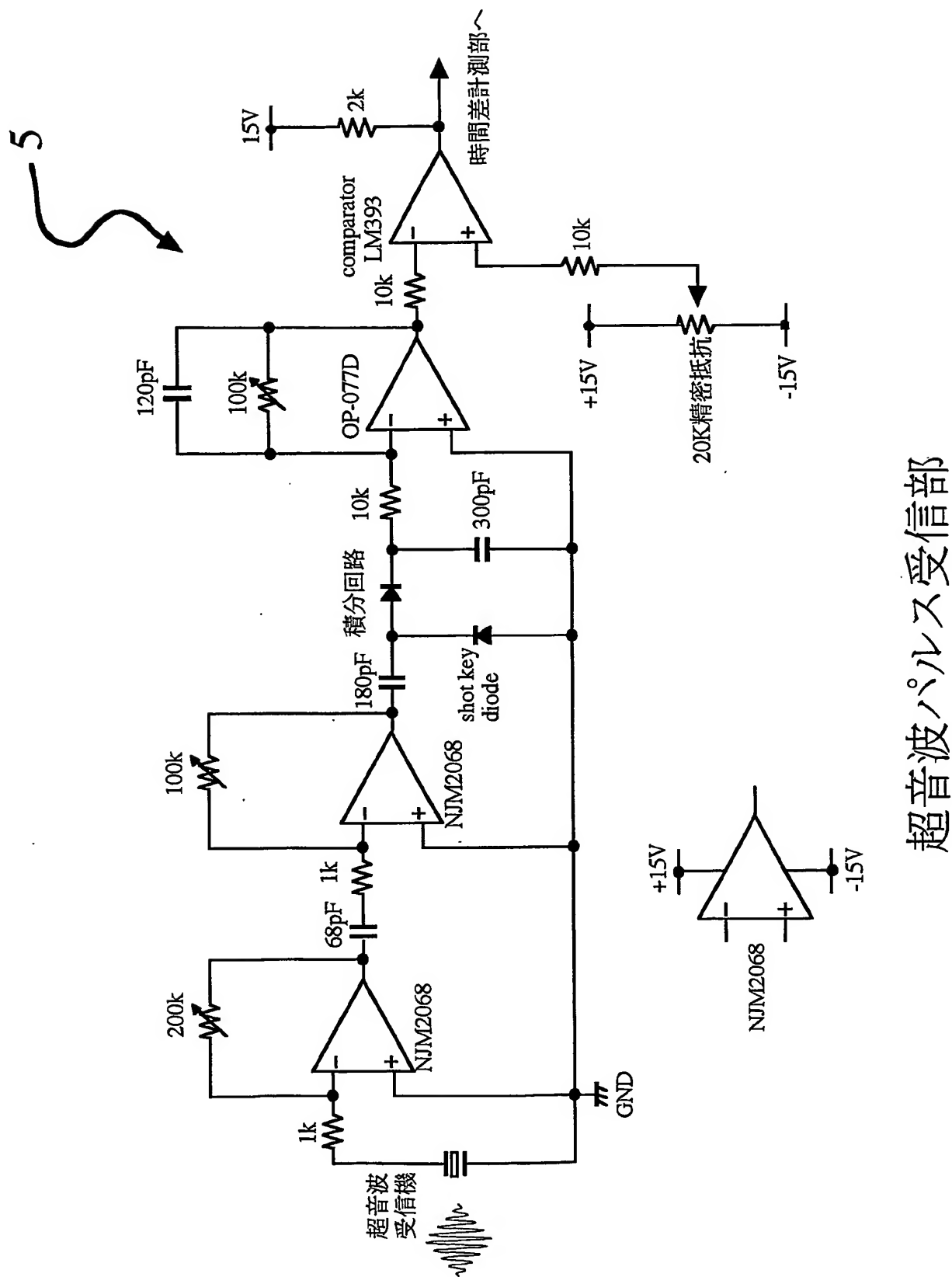
第2図



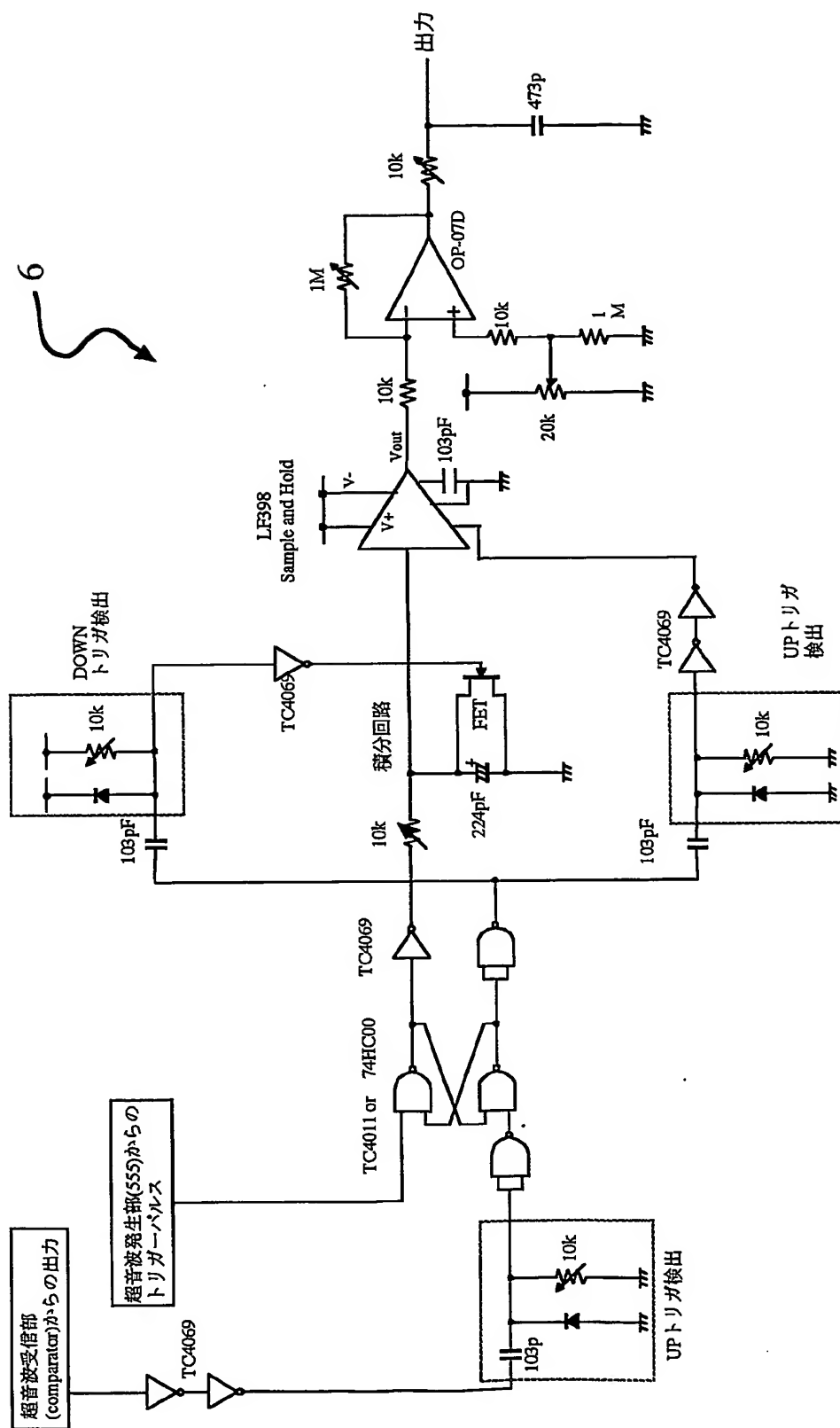
第3図



## 第4図



第5図

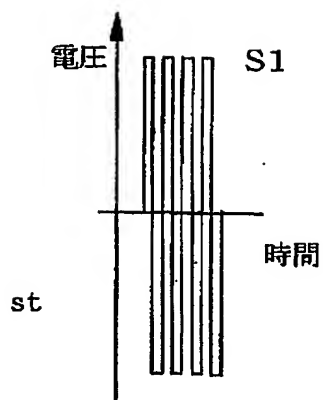
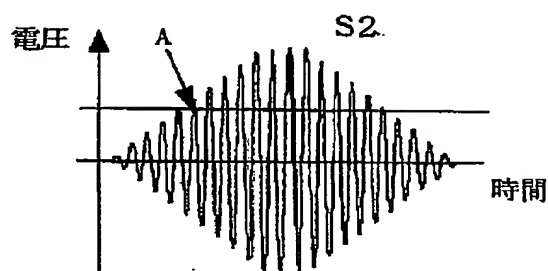
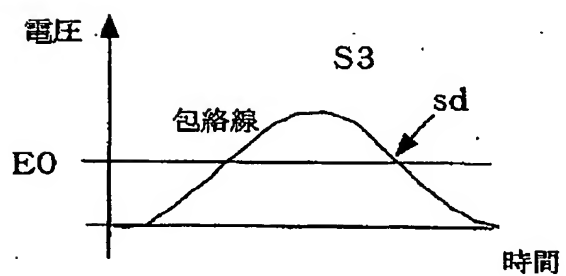


## 時間差計測部

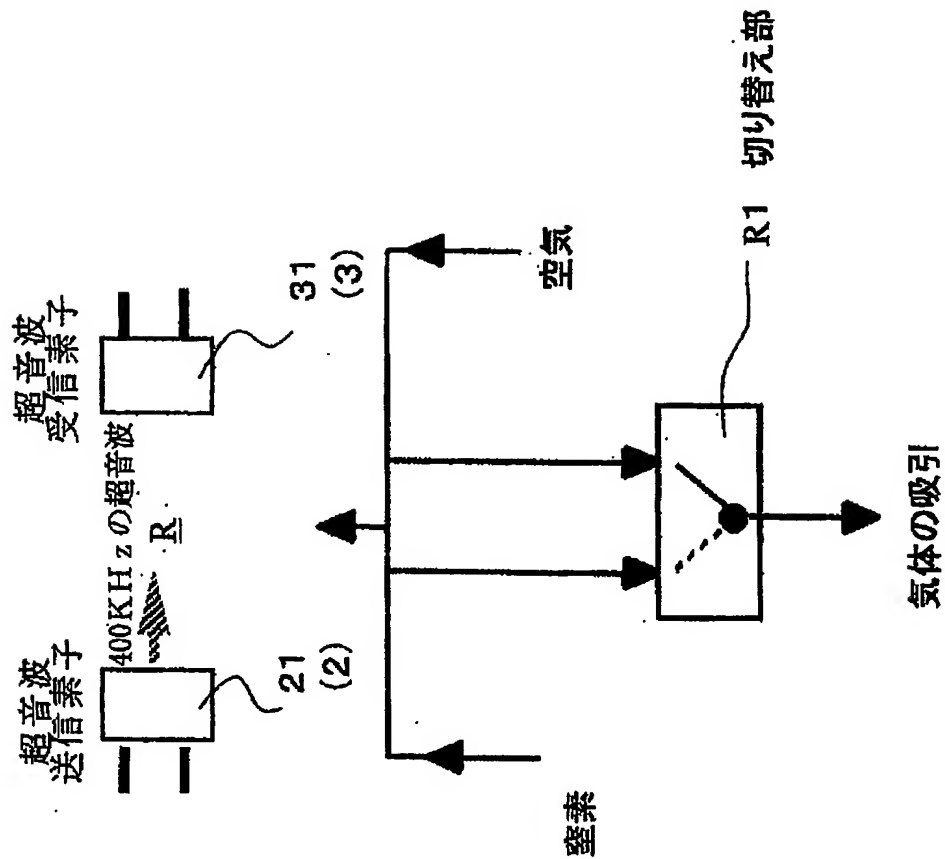


第6図

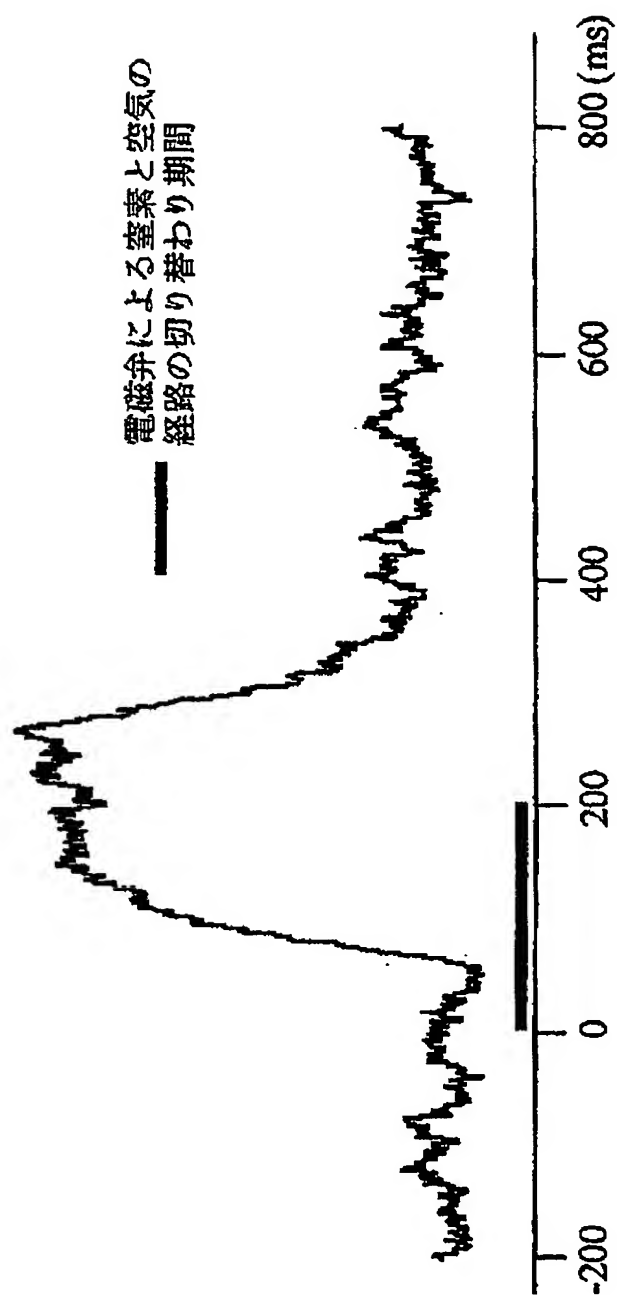
(a) 超音波送信信号

(b) 超音波受信信号  
気体通過直後(c) 超音波受信信号  
包絡線抽出処理後

第7図

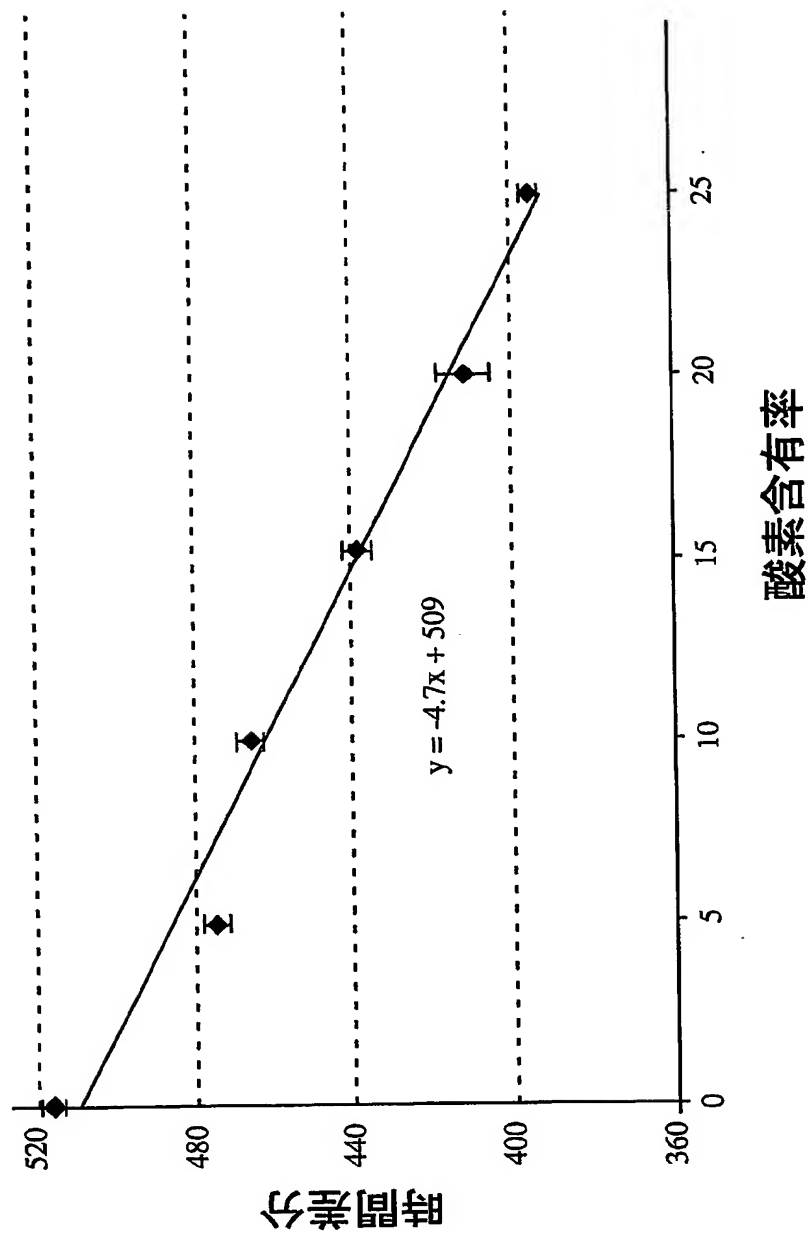


第8図



窒素ガスを200ミリ秒、空気の流れに挿入した場合のセンサーの出力

第9図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP03/09200

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> G01N29/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G01N29/00-29/28, G01S15/00-15/96, G01B17/00-17/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-5900 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 09 January, 2002 (09.01.02), Full text; Figs. 1 to 20 (Family: none)	1-3
A	JP 8-136651 A (Suzuki Motor Corp.), 31 May, 1996 (31.05.96), Full text; Figs. 1 to 11 (Family: none)	1-3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
08 October, 2003 (08.10.03)

Date of mailing of the international search report  
28 October, 2003 (28.10.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. <sup>7</sup> G01N29/18

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. <sup>7</sup> G01N29/00-29/28, G01S15/00-15/96,  
G01B17/00-17/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-5900 A (日本特殊陶業株式会社) 2002.01.09, 全文, 第1-20図 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 8-136651 A (スズキ株式会社) 1996.05.31, 全文, 第1-11図 (ファミリーなし)	1-3

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.10.03

国際調査報告の発送日

28.10.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

鈴木 俊光



2W

9115

電話番号 03-3581-1101 内線 3292